

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-196511

(43)Date of publication of application : 06.08.1996

(51)Int.Cl.

A61B 3/16

(21)Application number : 07-010324

(71)Applicant : TOPCON CORP

(22)Date of filing : 26.01.1995

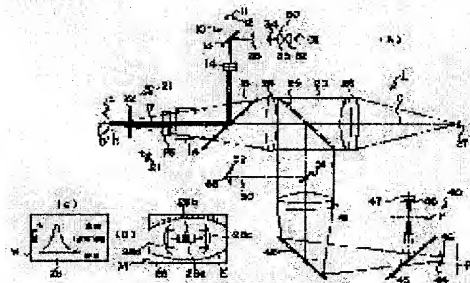
(72)Inventor : IIJIMA HIROSHI

(54) CONTACTLESS TYPE TONOMETER

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability of the intra-ocular pressure value to be calculated by displaying at which point of a light quantity change curve the intra-ocular pressure value is determined together with this light quantity change curve.

CONSTITUTION: The reflected light for detection reflected by the cornea C is reflected from an injection nozzle 17 through a half mirror 25 to this half mirror 25, is reflected to a reflection mirror 51 and is imaged through a diaphragm 52 at a light receiving sensor 53. The quantity of the light received in this light receiving sensor 53 increases with start of the deformation of the cornea C and the max. light quantity is received when the cornea C attains a prescribed flat state in the light receiving sensor 53. Further, the quantity of the received light decreases as the cornea C is recessed by the air, by which the light quantity change curve is obtd. The point of the time of the max. light quantity is determined as the time of the prescribed flattening and the intra-ocular pressure is determined from the pressure of the air of this time or a physical quantity having a correlative relation with the pressure. The intra-ocular pressure value and the light quantity change curve are displayed on a screen 28 of an image display means by an image processing circuit when the intra-ocular pressure is determined. An inspector judges the reliability of the resulted intra-ocular pressure value by checking the light quantity change curve.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3496994

[Date of registration] 28.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Family list

2 family member for:

JP8196511

Derived from 1 application.

[Back to JP8196511](#)

1 CONTACTLESS TYPE TONOMETER

Publication info: **JP3496994B2 B2** - 2004-02-16

JP8196511 A - 1996-08-06

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-196511

(43)公開日 平成8年(1996)8月6日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 1 B 3/16

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-10324

(22)出願日 平成7年(1995)1月26日

(71)出願人 000220343

株式会社トプコン

東京都板橋区蓮沼町75番1号

(72)発明者 飯島 博

東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社トプ
コン内

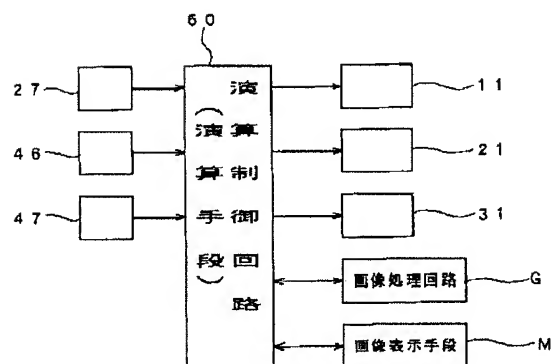
(74)代理人 弁理士 西脇 民雄

(54)【発明の名称】 非接触式眼圧計

(57)【要約】

【目的】算出される眼圧値の信頼性を向上させる非接触式眼圧計を提供すること。

【構成】演算制御回路60は、光量変化曲線D、D'に基づく被検眼角膜Cの所定変形点D_m、D_m'から眼圧を求めると共に、所定変形点を示すマークを光量変化曲線に重ねて表示手段上に表示させる構成。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定光束を被検眼角膜に投影する投影手段と、前記被検眼角膜からの前記測定光束の反射光を受光する受光手段と、前記測定光束の前記被検眼角膜からの反射光を受光手段に案内する受光光学系と、前記被検眼角膜に気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させる気流吹付手段と、前記気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させたときの前記受光手段の出力変化から光量変化曲線を求めて、前記光量変化曲線に基づき前記被検眼角膜の所定変形点を求めて眼圧を算出する算出手段と、前記算出手段により求められた光量変化曲線を表示する表示手段と、

前記算出された前記被検眼角膜の所定変形点を示すマークを前記光量変化曲線に対応させて前記表示手段上に表示させるマーク表示手段を備えることを特徴とする非接触式眼圧計。

【請求項2】 前記マークを前記光量変化曲線の表示手段上で移動させる移動手段が設けられていると共に、前記算出手段は前記移動手段からの移動情報をもとに前記眼圧値を再度求めるように設定されていることを特徴とする請求項1に記載の非接触式眼圧計。

【請求項3】 測定光束を被検眼角膜に投影する投影手段と、前記被検眼角膜からの前記測定光束の反射光を受光する受光手段と、前記測定光束の前記被検眼角膜からの反射光を受光手段に案内する受光光学系と、前記被検眼角膜に気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させる気流吹付手段と、この気流吹付手段により前記被検眼角膜を変形させたときの前記受光手段の出力変化に基づき前記被検眼角膜の所定変形点を求めて眼圧を算出する手段とを備え、

前記算出手段は、第1の演算方法により求めた前記被検眼角膜の所定変形点の眼圧値が所定値を越える場合には、第2の演算方法により前記被検眼角膜の所定変形点を演算することを特徴とする非接触式眼圧計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、気流が吹き付けられたときの被検眼角膜の変形状態を光学的に検出することにより、被検眼の眼圧を高い精度で測定できるようにした非接触式眼圧計に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、非接触式眼圧計には、被検眼の角膜に気流を吹き付けることにより角膜を変形させるための気流吹き付け手段と、その角膜に光束を投影して角膜変形に伴う反射光束の光量変化を検出することにより角膜の変形を検出する角膜変形検出光学系とを備えたものが知られている。

【0003】この従来の非接触式眼圧計は、その気流吹き付け手段の一部を構成するロータリソレノイドを作動させてピストンを駆動すると、その気流吹き付け手段の

2

ノズルから気流が角膜に向けて放出される。この際、角膜は気流の圧力の変化に伴って図1に示すように変形される。

【0004】ところで、図1に示すように、角膜Cは、気流の放出開始直後はほとんど変形されない（期間t1を参照）。しかし、角膜Cは、この気流の放出開始から所定の時間が経過して気流の放出圧力が増加すると、実線で示すように変形され（期間t2参照）、気流の放出圧力が更に増加すると偏平C'に圧平される（時刻t0参照）。

【0005】そして、気流の放出圧力が更に増加すると、期間t3、t4で示すように角膜Cが凹むことになる。この際、角膜Cからの反射光束の光量は、その角膜Cが偏平に向かって変形するに伴って増加し、偏平状態において理論的に最大となり、偏平状態から凹に変形するに伴って減少する。従って、この様な角膜の変形に際しては、符号Dで示すような光量変化曲線を描くことになる。

【0006】一方、気流の圧力は時間の経過に伴って図2に示すように圧力変化曲線Pとして表示される。角膜Cが偏平状態のときの気流吹き付け手段内の圧力値と被検眼の眼圧値との間には相関関係があるので、光量変化曲線Dがピーク値D'を示すときの圧力変化曲線Pの圧力値P0を求めて、この圧力値P0から眼圧値IOPが演算回路を用いて演算することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、種々の外因によって光量変化曲線Dに基づいて角膜が偏平状態になる時点を特定し難いこともある。例えば、図4に示すように涙、まつ毛等のために光量変化局線に細かい乱れが生じることもある。この場合にはピーク位置が特定できず、角膜が偏平状態となる時点を正確に特定できない。また、図3に示すように角膜の弾性の大きさの違いにより光量が緩やかに増加、減少するときもある。この場合にもピーク位置が特定し難いことになる。そこで、特開平5-56930号公報に記載の非接触式眼圧計では、光量変化曲線の光量増加側と減少側において同一反射光量レベルとなる反射光量対応点の位置をそれぞれ求めると共に、この各反射光量対応点の間の前記光量変化曲線の反射光量レベルを積算することにより、眼圧値を測定するための反射光量対応重心点Zを演算し、この反射光量対応重心点Zを真のピーク位置として眼圧値IOPを測定するようにしている。（図5参照）

しかし、このような重心点を算出する方法は、比較的出現する割合の高い光量変化曲線のパターンに適した角膜の偏平時点の算出方法である。そのため、比較的出現する割合の低い特殊なパターン、例えば眼圧の極端に高い場合のパターンが出現した場合には角膜が偏平となる時点を誤って算出する場合があり、得られた眼圧値は信頼性に欠けるという問題があった。

【0008】即ち、高眼圧になると、角膜が気流に吹き付けられて偏平となるまでより、偏平から更に凹む状態となるまでがより多くの気流を吹き付けなければならない。そのため、特開平 5-56930 号公報のような重心点を算出する方法では、高眼圧になるほど、真の眼圧値より高い値を表示するという問題がある。

【0009】図 6 は、高眼圧眼の光量変化曲線 D を示したものである。高眼圧眼でない場合には、破線で示される曲線から $X'Y'$ が求められるが、高眼圧の場合には実線のようになるので、 $X'Y'$ から反射光量対応重心点を算出していくため、真の眼圧より高く表示され、好ましくない。

【0010】また、従来、非接触式眼圧計では、得られた光量変化曲線 D をプリンター等により出力し、得られた眼圧値の信頼性を判断するのに役立てるようにした例が知られている。

【0011】しかし、曲線を表示するのみでは曲線のどの点を角膜の偏平時点と判断して眼圧値を算出したのか分からない。従って、特殊なパターンが得られた場合には得られた眼圧値が正確な値であるのか分からず、信頼性に欠けるという問題があった。

【0012】そこで、本発明はこれらの問題を解決し、算出される眼圧値の信頼性を向上させることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、請求項 1 の発明は、測定光束を被検眼角膜に投影する投影手段と、前記被検眼角膜からの前記測定光束の反射光を受光する受光手段と、前記測定光束の前記被検眼角膜からの反射光を受光手段に案内する受光光学系と、前記被検眼角膜に気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させる気流吹付手段と、前記気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させたときの前記受光手段の出力変化から光量変化曲線を求めて、前記光量変化曲線に基づき前記被検眼角膜の所定変形点を求めて眼圧を算出する算出手段と、前記算出手段により求められた光量変化曲線を表示する表示手段と、前記算出された前記被検眼角膜の所定変形点を示すマークを前記光量変化曲線に対応させて前記表示手段上に表示させるマーク表示手段を備える非接触式眼圧計としたことを特徴とする。

【0014】また、請求項 2 の発明は、前記マークを前記光量変化曲線の表示手段上で移動させる移動手段が設けられていると共に、前記算出手段は前記移動手段からの移動情報をもとに前記眼圧値を再度求めるように設定されていることを特徴とする。

【0015】さらに、請求項 3 の発明は、測定光束を被検眼角膜に投影する投影手段と、前記被検眼角膜からの前記測定光束の反射光を受光する受光手段と、前記測定光束の前記被検眼角膜からの反射光を受光手段に案内する受光光学系と、前記被検眼角膜に気流を吹き付けて前

記被検眼角膜を変形させる気流吹付手段と、この気流吹付手段により前記被検眼角膜を変形させたときの前記受光手段の出力変化に基づき前記被検眼角膜の所定変形点を求めて眼圧を算出する算出手段とを備え、前記算出手段は、第 1 の演算方法により求めた前記被検眼角膜の所定変形点の眼圧値が所定値を越える場合には、第 2 の演算方法により前記被検眼角膜の所定変形点を演算することを特徴とする。

【0016】

10 【実施例】次に、本発明の眼科器械の実施例を非接触式眼圧計に適用し、図面に基づいて説明する。

【0017】図 7 (A) 及び図 8 において、10 は固視用の注視目標を被検眼 E に投影する固視標投影光学系、20 は被検眼 E を含めて前眼部像を観察すると共に光軸 O と被検眼 E の視軸 O' との整合検出 (アライメント検出) が可能な前眼部観察光学系、30 は被検眼 E にアライメント光束を投影するアライメント光投影光学系、40 は被検眼 E に対する作動距離を検出するアライメント光結像光学系、50 は角膜 C の変形を光学的に検出する角膜変形検出光学系である。

20 【0018】固視標投影光学系 10 は、可視光を出射する LED 11、ピンホール 12、可視光を透過し且つ近赤外光を反射する特性を有する波長分割フィルター 13、コリメータレンズ 14、ハーフミラー 15、チャンパー窓ガラス 16、気流吹付用の噴射ノズル 17 (気流吹付手段) を有する。チャンパー窓ガラス 16 は、噴射ノズル 17 に空気パルスを送給するためのシリンダ部材等の供給装置を包囲する枠体となっている。尚、このシリンダ部材は、図示しないロータリソレノイドで駆動されるピストンを有していて、このピストンがロータリソレノイドで作動させられると、圧縮空気を噴射ノズル 17 に供給するようになっている。この構造は周知のものを採用するので、具体的な図示は省略する。

【0019】LED 11 から出射された注視目標となる可視光は、ピンホール 12 を通過して波長分割フィルター 13 を透過し、コリメータレンズ 14 により平行光束とされてハーフミラー 15 に反射された後、チャンパー窓ガラス 16 を透過し、噴射ノズル 17 の内部を通過して被検眼 E の角膜 C に像が提示される。

40 【0020】前眼部観察光学系 20 は、前眼部観察用として左右から被検眼 E をダイレクトに照明する赤外光を出射する複数の LED 21、噴射ノズル 17 の先端に固定のカバーガラス 22、噴射ノズル 17 の一端を支持する受けガラス 23、チャンパー窓ガラス 16、ハーフミラー 15、対物レンズ 24、ハーフミラー 25、結像レンズ 26、CCD カメラ 27 を有する。

【0021】被検眼 E にて反射された LED 21 からの赤外反射光は、ガラス 22、23 及びチャンパー窓ガラス 16、ハーフミラー 15 を透過して対物レンズ 24 により平行光束とされ、ハーフミラー 25 を透過した後、

結像レンズ26に集光されてCCDカメラ27に結像される。

【0022】CCDカメラ27に結像された赤外反射光束は、画像処理回路Gに入力されて信号化され、図7(B)に示すように、モニタテレビM(画像表示手段)の画面28に前眼部像E'が表示される。また、画面28には、アライメントエリア28aが電氣的に合成表示される。

【0023】アライメント光投影光学系30は、アライメント操作と眼圧検出とに兼用されるLED31、コンデンサーレンズ32、33、開口絞り34、角膜Cへ投影される像を形成するためのピンホール35、波長分割フィルター13、コリメータレンズ14、ハーフミラー15、チャンパー窓ガラス16、噴射ノズル17を有する。ピンホール35はコリメータレンズ14の後側焦点位置に配設されている。

【0024】LED31から出射された近赤外光は、コンデンサーレンズ32、33、開口絞り34、ピンホール35を通過して波長分割フィルター13に反射され、コリメータレンズ14により平行光束とされてハーフミラー15に反射された後、チャンパー窓ガラス16を透過し、噴射ノズル17の内部を通して被検眼Eの角膜Cに投影され、この角膜Cで反射される。

【0025】また、角膜Cで反射された角膜反射光束は、前眼部観察光学系20により、ガラス22、23、16並びにハーフミラー15を透過して対物レンズ24により平行光束とされ、その一部はハーフミラー25を透過した後、結像レンズ26によって集光されてCCDカメラ27に結像されて画面28に視標像28bが合成表示される。

【0026】検者は、視標像28bがアライメントエリア28aに入るように装置本体を3次元的に移動させる。アライメントがずれている場合には、視標像28bは画面28内で上下左右方向に移動し、作動距離がずれている場合には視標像28bが大きくなってアライメントエリア28aからはみ出る。これにより、検者はアライメントと概略の作動距離合わせを行うことができる。

【0027】アライメント光結像光学系40は、カバーガラス22からハーフミラー25に至る光学部品を共用すると共に、結像レンズ41、反射ミラー42、ハーフミラー43、絞り44、45、受光センサ46、47を有する。

【0028】角膜Cで反射されたアライメント反射光束は、その一部がハーフミラー25に反射されて結像レンズ41に導かれ、結像レンズ41で集光されつつ反射ミラー42に反射されてハーフミラー43によりその一部が透過しその他の一部が反射される。ハーフミラー43を透過したアライメント反射光束は絞り44を経て受光センサ46に結像される。また、ハーフミラー43に反射されたアライメント反射光束は絞り45を経て受光セ

ンサ47に結像される。

【0029】受光センサ46、47は、角膜Cが適正作動距離に有るときにアライメント反射光束が結像する集光位置Pの前後に配設されている。なお、本実施例では、絞り44、45並びに受光センサ46、47は各々同じものが使用できるように設計されている。また、受光センサ46、47は、各々に入射されるアライメント反射光束の光量比をもとに作動距離を図16に示した中央処理装置を含む演算制御回路(算出手段)60に算出させる。

【0030】例えば、受光センサ46に入射する光量を α レベル、受光センサ47に入射する光量を β レベルとしたとき、

$$\gamma = (\beta - \alpha) / (\beta + \alpha)$$

で光量比 γ を演算することにより作動距離を算出することができ、 $\alpha = \beta$ で $\gamma = 0$ のときに適正作動距離にあると判断する。また、 $\gamma > 0$ で被検眼Eと装置本体とが近い状態にあり、 $\gamma < 0$ で被検眼Eと装置本体とが遠い状態にある。この場合、光量比 γ により検出を行っているため、角膜Cの反射率の影響を受けずに作動距離の検出を行うことができる。

【0031】一方、画面28には、受光センサ46、47の受光状態に基づいて作動距離認識バー28cが合成表示され、この作動距離認識バー28cの長さを可変させることにより検者に作動距離を認識させる。

【0032】例えば、画面28に、アライメントエリア28aと同様にして作動距離エリア28dを合成表示させ、作動距離エリア28dの幅を適正作動距離とし、適正作動距離内にあるときには作動距離認識バー28cが作動距離エリア28d内に位置する長さとなり、適正作動距離外にあるときには、その距離に応じて作動距離認識バー28cが作動距離エリア28dからはみ出す長さとなる。さらに、装置本体が被検眼Eに近付き過ぎた場合には、画面28に“TOO CLOSE”等の警告表示を行って検者に認識させる。

【0033】他方、受光センサ46、47によるアライメント検出は、各センサ46、47の光量が共に所定光量レベル以上であることを確認する。この場合、絞り44、45上でのアライメントによる像の動きによる光量変化は、角膜Cの反射率の変化による影響よりかなり大きいいため、角膜Cの反射率の影響は小さくすみ、測定精度には影響をおよぼさない。さらにアライメント結像光学系40が像側にテレセントリックである場合には、絞り44、45上でのアライメントによる像の動きが同一になるため、よりアライメント検出を正確に行うことができる。

【0034】角膜変形検出光学系50は、カバーガラス22からハーフミラー25までの各光学部品と、反射ミラー51、絞り52、受光センサ53を有する。

【0035】受光センサ46、47によりアライメント

並びに作動距離の完了が検出されると、図示を略す空気噴射駆動装置へ噴射OK信号が出力され、この噴射OK信号の出力を受けてガラス23、16の間（チャンパー）に空気が噴出されて噴射ノズル17内を通して噴射された空気によって角膜Cが変形される。また、同時にLED31から角膜Cに向けて検出光が射出される。

【0036】この際の検出光は、図8に示すように、アライメント検出時と同様に、コンデンサーレンズ32、33、開口絞り34、ピンホール35、波長分割フィルター13、コリメータレンズ14、ハーフミラー15、チャンパー窓ガラス16、噴射ノズル17を経て被検眼Eの角膜Cに投影され、この角膜Cで反射される。

【0037】そして、角膜Cで反射された検出反射光は、噴射ノズル17からハーフミラー25を経て、このハーフミラー25に反射され、反射ミラー51に反射されて絞り52を通過して受光センサ53に結像される。

【0038】受光センサ53では、角膜Cの変形開始と共に受光センサ53の受光量が増加し、角膜Cが所定偏平状態に達した時に最大の光量が受光され、さらに角膜Cが空気により凹むに従い、その受光量が減少していき、図1に示される光量変化曲線が得られる。

【0039】光量変化曲線の最大光量時点を所定偏平時とし、その時の空気の圧力又は圧力と相関関係をもつ物理量—例えば空気が噴射ノズル17から噴射し始めてからの時間等—から公知の手順に従い眼圧が求められる。

【0040】眼圧が求められると、画像処理回路Gにより図7（C）に示されるように眼圧値とその光量変化曲線が画像表示手段Mに画面28に表示される。検者はこの光量変化曲線を確認することで得られた眼圧値が信頼性が高いか否かを判断する。例えば、図9（A）の様にピークa1が一つの光量変化曲線Dであれば信頼性が高く、（B）のように複数のピークa1、a2、a3等がある光量変化曲線Dであれば信頼性が低いと判断でき、この場合には再度測定を行うこととなる。

【0041】図10は装置の全体図を示していてプリンター101が装置の架台部に組み込まれている。図11はプリンター101により測定結果をプリンター用紙101aに出力した結果であり、このプリンター用紙101aには眼圧値102と光量変化曲線Dが患者のIDと共に表示されている。しかし、以上のように光量変化曲線Dを表示するのであると算出された眼圧値が正しくても信頼性が低いと判断してしまうことがあり、次の例のように角膜の所定偏平時点を併せて表示するのが望ましい。

【0042】図12は、画面28に光量変化曲線Dと共に圧力変化曲線71を表示し、さらに角膜が所定偏平状態になったと算出した点を破線70（以下、この破線は、眼圧値を求める位置としての所定変形点Dmを光量変化曲線D上で求めるためのマークとして用いる）で光量変化曲線Dに対応づけて表示した例である。

【0043】図13は、図12の破線70を移動したようすを表している。検者が図10に示されるパネル102のスイッチ（左右方向のカーソルキー等）103、104を操作することにより、このスイッチ操作信号が演算制御回路60に入力される。この際、演算制御回路60は、スイッチ操作に応じて図12に示された様な破線70を時間軸方向（時間t方向）に移動制御する。この際、この破線70の移動は、図示を略す演算制御回路60によって記憶されている圧力変化曲線及び光量変化曲線に対応づけて行われる。しかも、演算制御回路60は、破線70の時間軸方向への移動ごとに眼圧値の算出を逐次やり直し、画面28に表示された眼圧値を変更する。

【0044】したがって、検者は画面28に表示された光量変化曲線Dの角膜が所定偏平状態となっている位置に破線70を移動することにより、正しい眼圧値が求められる。

【0045】尚、圧力変化曲線Dは表示する必要はないが、空気パルス発生装置の異常が発見できる利点があり、空気パルス発生装置の圧力を直接測定しているタイプの眼圧計では、表示する方が望ましい。

【0046】次に本発明の第2の実施例を説明する。尚、装置本体の光学系その他は第1の実施例と同じ構成である。

【0047】図14の（A）は正常眼圧（例えば18mmHg）の人眼を測定したときの光量変化曲線Dを示し、図14の（B）は高眼圧（例えば35mmHg）の人眼を測定したときの光量変化曲線D'の説明を簡単にするため、同一グラフ上に表したものである。

【0048】図14の（A）におけるDmは光量変化曲線の最大光量が得られた点で、これに対応する空気パルスの圧力P1をもとに公知の技術により（第2の演算方法により）IOP1が算出される。同時に光量変化曲線Dの光量検出レベルLを横切る反射光量対応点X及びYとの間の光量変化曲線の光量検出レベルLを積算して、反射光量対応重心点Zの位置を算出し、これに対応する空気パルスの圧力P2をもとに公知の技術により（第1の演算方により）IOP2が算出される。

【0049】被検眼のまつげ・涙・固視微動等によりDmの位置は、角膜の所定の偏平時点からずれる可能性があり、正常眼圧においては、IOP2を眼圧値として画面28に表示する。

【0050】同様に高眼圧の場合（図14（B））も、DmからP3を求め公知の技術により、IOP1'が算出され、Z'からP4を求め公知の技術によりIOP2'が算出される。ここでIOP2' > 30mmHgの場合は、IOP1'の値を眼圧値として画面28に表示する。これは、高眼圧の場合は、角膜が所定の偏平となるまでより、偏平状態からさらに凹むときの方がより多くの空気が必要となるため、IOP2'の値は、真の眼圧

値よりもかなり高い値になってしまうためである。Dm¹の位置は、Dmと同様に被検眼の状態によって角膜の所定の偏平時点からずれることがあるが、高眼圧の場合には1~2mmHgの誤差は臨床問題とならない。

【0051】尚、IOP1を採用するかIOP2を採用するかは、装置の測定レンジ切換スイッチ105(図10(b))の切換に応じ選択させても良いし、画面28に図14のグラフに相当するものを表示させ、パネル102のスイッチ106、107等を利用して検者にH(高眼圧)、L(低眼圧)のいずれかを選択させるようにしても良い。尚、図10中、Jはジョイスティックレバーである。

【0052】図15は、第2の実施例で求めた眼圧測定値のプリントアウトのフォーマットを示したものである。(A)は正常眼圧で実線で示されるZ点から求められたIOP2が眼圧値として表示され、破線70で示されるDmから求められたIOP1が()付きで表示されている。又、矢印を実線に付記してZ点から求めたIOP2が()なしの測定値18mmHgであることを知らしめている。同様に(B)は高眼圧眼の測定結果で、破線で示されるDm¹から求めたIOP1¹が()なしの測定値33mmHgであることが分かるようになっている。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明は、測定光束を被検眼角膜に投影する投影手段と、前記被検眼角膜からの前記測定光束の反射光を受光する受光手段と、前記測定光束の前記被検眼角膜からの反射光を受光手段に案内する受光光学系と、前記被検眼角膜に気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させる気流吹付手段と、前記気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させたときの前記受光手段の出力変化から光量変化曲線を求めて、前記光量変化曲線に基づき前記被検眼角膜の所定変形点を求めて眼圧を算出する算出手段と、前記算出手段により求められた光量変化曲線を表示する表示手段と、前記算出された前記被検眼角膜の所定変形点を示すマークを前記光量変化曲線に対応させて前記表示手段上に表示させるマーク表示手段を備える構成としたので、算出される眼圧値の信頼性を向上させることができる。

【0054】すなわち、光量変化曲線のいずれの点(位置)で眼圧値をも求めたかを光量変化曲線と共に表示させることにより、最適な位置で眼圧を求めたか否かを検者が判断できる。この様に角膜変形に伴う反射光量変化曲線を表示することにより、測定された眼圧値の信頼性を的確に判断することが可能となった。

【0055】また、請求項2の発明は、前記マークを前記光量変化曲線の表示手段上で移動させる移動手段が設けられていると共に、前記算出手段は前記移動手段からの移動情報をもとに前記眼圧値を再度求めるように設定されている構成としたので、光量変化曲線上の眼圧値を求めた位置が最適でない場合に、眼圧値を求める位置を

変更できる。

【0056】更に、請求項3の発明は、測定光束を被検眼角膜に投影する投影手段と、前記被検眼角膜からの前記測定光束の反射光を受光する受光手段と、前記測定光束の前記被検眼角膜からの反射光を受光手段に案内する受光光学系と、前記被検眼角膜に気流を吹き付けて前記被検眼角膜を変形させる気流吹付手段と、この気流吹付手段により前記被検眼角膜を変形させたときの前記受光手段の出力変化に基づき前記被検眼角膜の所定変形点を求めて眼圧を算出する算出手段とを備え、前記算出手段は、第1の演算方法により求めた前記被検眼角膜の所定変形点の眼圧値が所定値を越える場合には、第2の演算方法により前記被検眼角膜の所定変形点を演算する構成としたので、所定変形点を変更可能して、反射光量変化曲線から角膜の所定偏平時を求める演算方法を眼圧値に応じて変えることができ、実用上より精度の高い測定値を得ることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】気流吹き付け時の被検眼角膜からの反射光の光量変化が急峻な場合を示す説明図である。

【図2】気流吹き付け時の被検眼角膜からの反射光の光量変化と圧力変化との関係を示す説明図である。

【図3】気流吹き付け時の被検眼角膜からの反射光の光量変化が緩やかな場合を示す説明図である。

【図4】気流吹き付け時の被検眼角膜からの反射光の光量変化のピークが複数ある場合を示す説明図である。

【図5】気流吹き付け時の被検眼角膜からの反射光の光量変化と圧力変化とから眼圧値を求めるための関係を示す説明図である。

【図6】気流吹き付け時の高眼圧の被検眼角膜からの反射光の光量変化を示す説明図である。

【図7】(a)はこの発明にかかる非接触式眼圧計の光学系を示す説明図、(b)は(a)の光学系により撮像された被検眼前眼部像をモニター画面映し出したときの説明図、(c)は(a)の光学系を備える非接触式眼圧計により気流を被検眼角膜に吹き付けた時の被検眼角膜からの反射光の光量変化を示す説明図である。

【図8】図7に示した非接触式眼圧計の作用説明図である。

【図9】(A)、(B)は光量変化曲線の説明図である。

【図10】(a)は図7に示した光学系を備える非接触式眼圧計の説明図、(b)は(a)の要部拡大説明図である。

【図11】図7に示した非接触式眼圧計による測定結果のプリント例を示す説明図である。

【図12】この発明にかかるモニター画面への表示例を示す説明図である。

【図13】図12に示した所定変形点を示すマーク(破線)を移動させたときの説明図である。

【図14】正常眼圧の人と高眼圧の人の光量変化を示す

説明図である。

【図15】(A)は正常眼圧の人の光量曲線から眼圧値を求める例を示し、(B)は高眼圧の人の光量変化曲線から眼圧値を求める例を示す説明図である。

【図16】この発明にかかる非接触式眼圧計の制御回路図である。

【符号の説明】

11…LED（投影手段）

17…噴射ノズル（気流吹付手段）

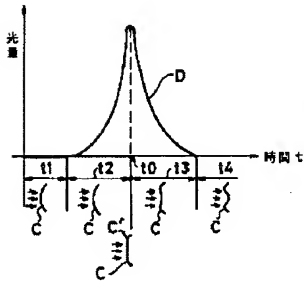
53…受光センサ（受光光学系）

D, D'…光量変化曲線

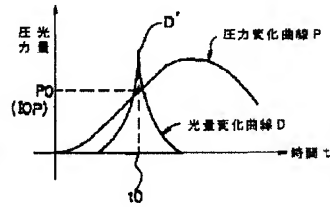
C…被検眼角膜

Dm, Dm'…所定変形点

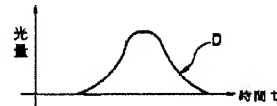
【図1】



【図2】



【図3】

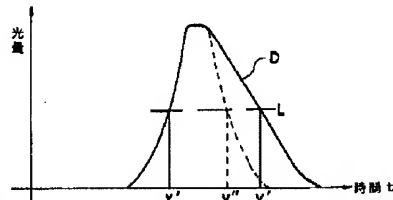
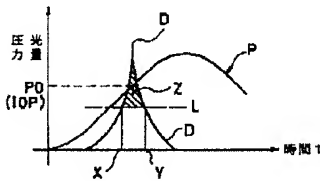


【図6】

【図4】

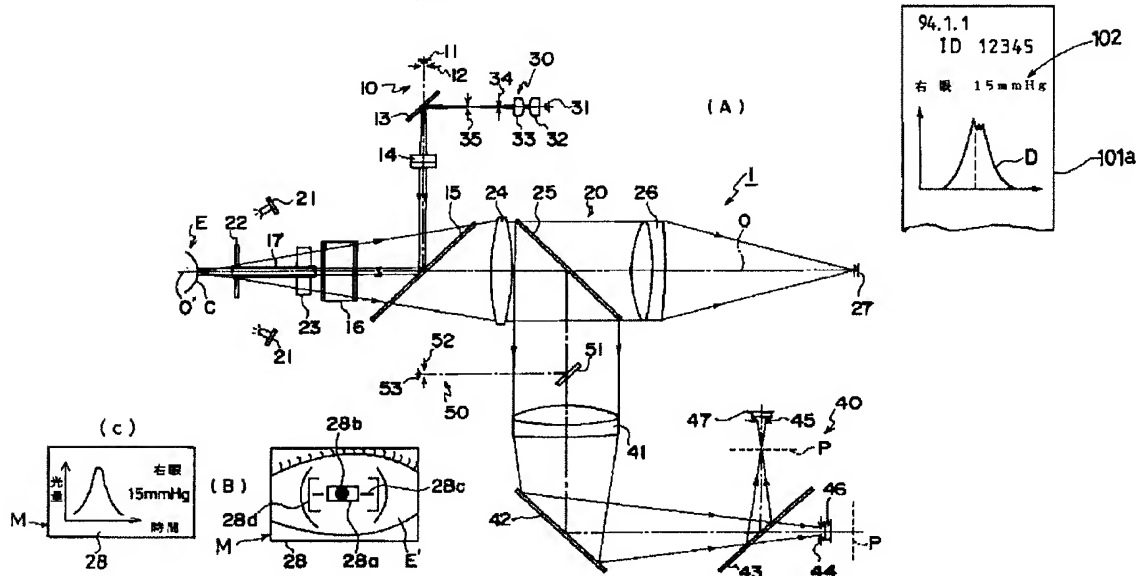


【図5】

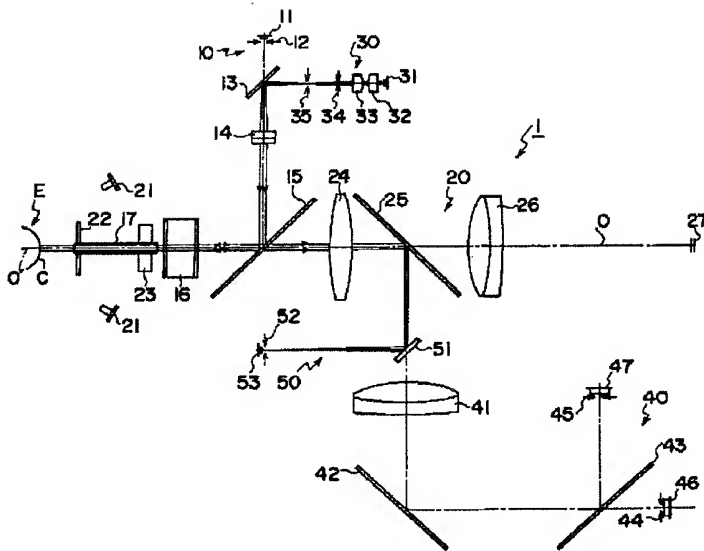


【図11】

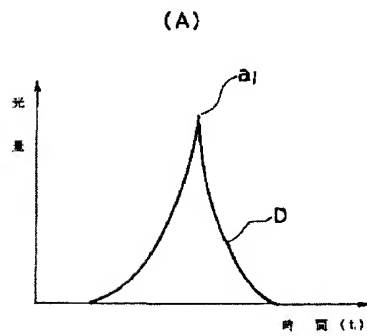
【図7】



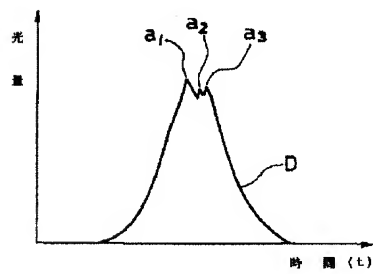
【図8】



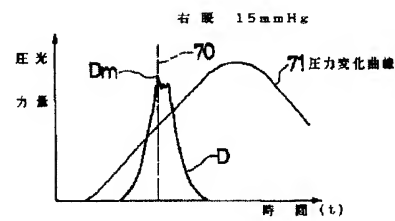
【図9】



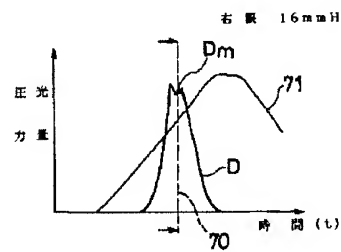
(B)



【図12】

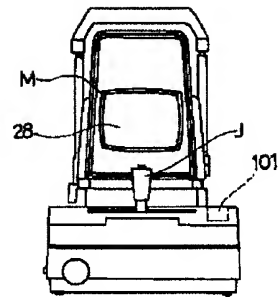


【図13】

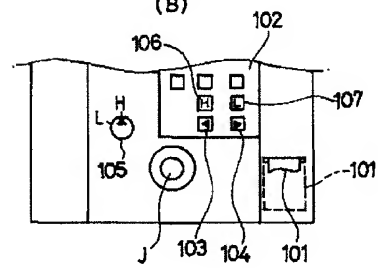


【図10】

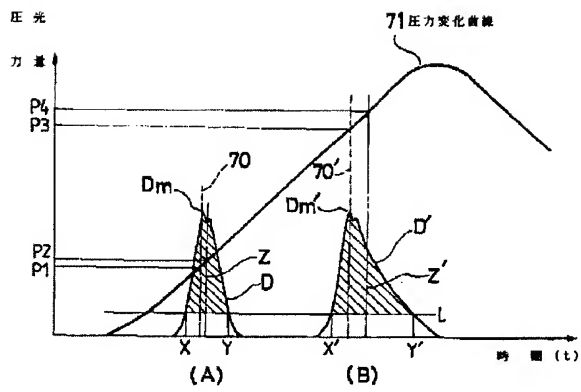
(A)



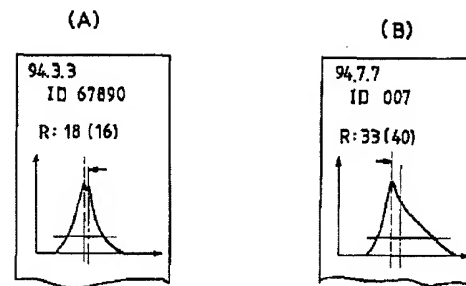
(B)



【図14】



【図15】



【図16】

